

получить необходимый уровень гладкости сигнала. Разрывы во второй и даже в третьей производной приводят к уширению спектра опорного сигнала и как следствие к «переколебаниям» системы с отрицательной обратной связью и к снижению точности обработки заданного закона движения [1].

Для решения поставленной проблемы нами был предложен цифровой генератор опорного сигнала особой формы. Опорный сигнал представляет собой последовательность сглаженных пилообразных импульсов, повторяемых с частотой 12 Гц, длительностью прямого хода 62 мс и длительностью обратного 21 мс. Сглаживание произведено при помощи «сшивки» прямого и обратного хода пилообразного импульса с многочленом 11-го порядка вида: $U(t) = a_0 \cdot t^{11} + a_1 \cdot t^{10} + \dots + a_{10} \cdot t + a_{11}$. Сшивка произведена таким образом, что 3-я производная опорного сигнала не имеет разрывов, что значительно улучшает точность обработки опорного сигнала с одной стороны, а с другой не влияет на получаемый спектр резонансного поглощения.

Необходимость построения именно цифрового генератора вытекает из того, что генератор должен формировать сигнал сложной формы. Для проверки эффективности влияния сглаживания опорного сигнала мы поставили задачу построить генератор для системы с 512 канальным накопителем. В основе генератора лежит микроконтроллер, формирующий опорный сигнал, и 12-и разрядный АЦП.

1. Иркаев С.М., Куприянов В.В., Гордеев О.А., Мальцев Ю.Н., Ржанов Б.И., Маслова Н.В., Бородин А.Г., Толбухин Ф.В., Гульдина Р.М., Лапшина М.И. / Отчет по НИР, тема №0147/712, 131НИР – И, Л., НТО АН СССР (1985)

СИНТЕЗ НАНОСТРУКТУР ТРУБКА-В-ТРУБКЕ НА ОСНОВЕ УНТ И АНОДИРОВАННОГО ДИОКСИДА ТИТАНА

Кравец Н.А.^{*}, Камалов Р.В., Вохминцев А.С., Вайнштейн И.А.

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург, Россия

*E-mail: kravec.nikita@mail.ru

SYNTHESIS OF TUBE-IN-TUBE NANOSTRUCTURES BASED ON CNT AND ANODIC TITANIA

Kravets N.A.^{*}, Kamalov R.V., Vokhmintsev A.S., Weinstein I.A.

Ural Federal University, Mira str., 19, Yekaterinburg, Russia, 620002

Carbon nanotubes (CNT) inside tubular layer of titania were synthesized by catalytic ethanol pyrolysis technique. The morphology of obtained samples was analyzed by electron scanning microscopy. The prospects for application of the tube-in-tube nanostructures to create solar cells were discussed.

Наноструктурированный диоксид титана в настоящее время интенсивно изучается благодаря перспективам использования при создании элементов солнечных батарей, самоочищающихся покрытий и др. Образующиеся под действием света носители заряда участвуют в окислительно-восстановительных реакциях в приповерхностных областях TiO_2 . Одним из методов повышения эффективности переноса электронов в активный поверхностный слой является внедрение углеродных нанотрубок (УНТ) в структуру тубулярного диоксида титана. Проводящие УНТ способствуют разделению зарядов, уменьшая скорость рекомбинации фотогенерируемых пар электрон-дырка, что приводит в результате к увеличению реакционной активности. В этой связи цель данной работы заключалась в разработке методики синтеза структуры трубка-в-трубке, состоящей из тубулярного слоя диоксида титана с углеродными нанотрубками внутри.

Процесс синтеза заявленных образцов состоял из нескольких этапов. Вначале выращивался самоупорядоченный микротубулярный слой диоксида титана методом двойного анодного оксидирования в электрохимической ячейке. Далее с помощью установки магнетронного напыления Q150T ES Quorum Technologies на полученный образец наносился слой Ni толщиной ≈ 5 нм. Затем методом каталитического пиролиза этанола с использованием установки CVDomna проводился технологический процесс химического газофазного осаждения углерода при температуре 600°C и давлении парогазовой смеси 12 кПа. Поверхность и сколы синтезированных образцов исследовались на растровом электронном микроскопе (РЭМ) Sigma VP компании Carl Zeiss в режиме высокого вакуума.

Анализ РЭМ-изображений подтвердил, что на всей поверхности анодированного TiO_2 синтезированы УНТ со средним диаметром ≈ 20 нм и длиной > 0.5 мкм. Исследования сколов синтезированных образцов показали, что нагревание микротубулярного слоя TiO_2 толщиной ≈ 4 мкм в процессе синтеза УНТ привело к концентрическому расслоению и появлению двустенных трубок TiO_2 с внешним диаметром 80 и 250 нм. Выявлено наличие структур трубка-в-трубке: УНТ со средним диаметром ≈ 20 нм внутри двустенных трубок TiO_2 . Обсуждаются перспективы применения синтезированных структур для создания элементов солнечных батарей.